



JP11080750

Biblio: Page: 1 Drawing:



COMBINED CYCLE POWER GENERATION METHOD AND POWER GENERATOR

Patent Number: JP11080750
Publication date: 1999-03-26
Inventor(s): IIJIMA MASAKI; MATSUBARA WATARU; KANEKO MASAHIITO;
MAKIHARA HIROSHI
Applicant(s): MITSUBISHI HEAVY IND LTD
Requested Patent: ☐ JP11080750
Application Number: JP19970254280 19970903
Priority Number(s):
IPC Classification: C10G9/00; C10L1/04; F01K23/10; F02C6/18; F02C7/22
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce electric power in high efficiency by using a power generation fuel produced from a heavy oil available at a low cost.

SOLUTION: Heavy oil 1 is mixed with water and decomposed under a reaction condition to get the supercritical state or nearly supercritical state of water. The heavy oil is decomposed into a light oil component and a residual component by this process. The light oil component is burnt in a combustion chamber 20 and a gas turbine 18 is driven by the driving combustion gas 22 generated by combustion to produce electric power. The exhaust gas of the gas turbine is supplied to an exhaust heat recovery boiler 25 to recover the heat. The residual component is supplied to and burned in the boiler of a boiler- steam turbine system and the steam turbine is driven with the generated steam to effect the power generation.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

コンバインド・サイクル発電方法及び発電装置

特開平 11-80750

(19) 日本国特許庁 (J.P.)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-80750

(43) 公開日 平成11年(1999)3月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 1 0 G 9/00

C 1 0 G 9/00

C 1 0 L 1/04

C 1 0 L 1/04

F 0 1 K 23/10

F 0 1 K 23/10

T

F 0 2 C 6/18

F 0 2 C 6/18

A

7/22

7/22

D

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-254280

(22) 出願日

平成9年(1997)9月3日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内三丁目5番1号

(72) 発明者 飯島 正樹

東京都千代田区丸の内三丁目5番1号 三菱重工業株式会社内

(72) 発明者 松原 亘

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

(72) 発明者 金子 雅人

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

(74) 代理人 弁理士 三浦 良和

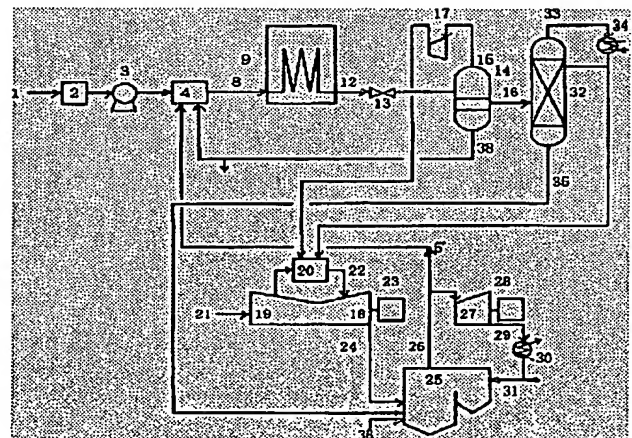
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンバインド・サイクル発電方法及び発電装置

(57) 【要約】

【課題】 価格の安い重質油を利用して発電用燃料を製造し、得られた燃料を使用して効率の良い発電を行う。

【解決手段】 重質油と水とを混合し、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電し、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラーに供給して熱回収し、残分をボイラー・スチームタービンシステムのボイラーに供給して燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動して発電する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重質油を水と混合して、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分単独又は該軽質分とガスタービン向燃料との混合物をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電し、該残分単独又は該残分とボイラ専焼燃料の混合物をボイラに供給して燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動して発電するコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項2】 水がボイラから発生する超臨界域又は超臨界域近傍の水である請求項1に記載のコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項3】 軽質分と残分の比率が、熱量比率で20～60%対80～40%である請求項1又は2のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項4】 軽質分が、ナトリウム及びカリウム分の合計で0.5重量ppm以下、バナジウム分0.5重量ppm以下である請求項1～3のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項5】 ガスタービン排ガスをボイラに供給して再燃する請求項1～4のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項6】 ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収する請求項1～4のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項7】 排熱回収ボイラ排出ガスをボイラに供給する請求項6記載のコンバインド・サイクル発電方法。

【請求項8】 反応分解手段、ガスタービン、ガスタービン用発電機、ボイラ、スチームタービン及びスチームタービン用発電機からなり、反応分解手段により水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分単独又は該軽質分とガスタービン向燃料との混合物をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動してガスタービン用発電機により発電し、該残分単独又は該残分とボイラ専焼燃料の混合物をボイラに供給して、残分を燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動してスチームタービン用発電機により発電するコンバインド・サイクル発電装置。

【請求項9】 ガスタービン排ガスをボイラに供給して再燃する請求項8記載のコンバインド・サイクル発電装置。

【請求項10】 さらに排熱回収ボイラからなり、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収する請求項8記載のコンバインド・サイクル発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、重質油を分解して

軽質分と残分に分離し、軽質分を発電のガスタービン用に、また残分をボイラ・スチームタービンシステムの蒸気を発生するボイラに使用するコンバインド・サイクル発電方法及び発電装置に関する。

05 【0002】

【従来の技術】 燃焼によるエネルギーをタービン等の原動機を通じて電気エネルギーに変換する方法には、ボイラ及びスチームタービンによる発電方法、ガスタービンによる発電方法及びこれらを組み合わせたコンバインド・サイクル発電方法がある。ボイラ及びスチームタービンによる発電方法は、燃料に重油、原油、残渣油又は超重質油等を使用し、ボイラで発生した高温、高圧のスチームによりタービンを駆動して発電するが、熱効率が38～40%/HHV基準（HHV：高位発熱量、以下特に断らない限り発電の熱効率はHHV基準で示す）と比較的低い。また、ガスタービンは、燃料に液化天然ガス（LNG）、灯油、軽油等を使用して、燃料を圧縮空気で、さらに、圧縮空気を燃焼熱で加熱して燃焼させ、発生した高温、高圧のガスによりタービンを駆動して発電する。その発電効率は20～35%であるが、ガスタービンの排ガスは、例えば、450～700℃と高温であるのでこの熱を利用することができる。

【0003】 これらを組み合わせたコンバインド・サイクル発電では、燃料にLNGを使用し、圧縮空気で燃料を燃焼させ、その高温高圧ガスでガスタービンを回転させて発電させ、さらにその排ガスを排熱回収ボイラに供給してスチームを発生させ、スチームタービンにより発電する方法が実施されており、熱効率が46～47%と高いことが特徴である。従って発電設備の老朽化により設備を新設する際には、熱効率の高いコンバインド・サイクル発電への転換が進められている。しかしながら、前記LNGによるコンバインド・サイクル発電では、燃料のLNGは貯蔵にコストがかかり、供給に問題を生じるおそれがある。

【0004】 欧米では、LNGや灯油、軽油以外に、原油や残渣油をガスタービンの燃料に使用している実績があるが、それらに含まれる不純物のためトラブルが多く発生し、軽油やLNGを使用する場合に比べ保守費用がかさむ問題点が指摘されている。金属製ガスタービンに使用する燃料の不純物含有率として、ナトリウム及びカリウム分は合計で0.5ppm以下、バナジウム分は0.5ppm以下に制限することが望ましい。特にナトリウム、カリウム分とバナジウム分は相互に影響して金属製ガスタービンのブレード金属の溶融点を低下させたり、灰分のブレードへの付着の原因となる。なお、金属製ガスタービンとはタービンノズル、ロータ、ブレード、熱交換器、高温ガス流路等の高温に接触する部分が金属材料で構成されているタービンである。

【0005】 一方、火力発電では、石炭や灯油やLNGの他に、重質油を燃料として使用することができる。し

かしながら、重質油をコンバインド・サイクル発電に利用するには、重質油を一度ガスに変換する必要がある、さらにガスの精製が必要である。このため、重質油ガス化複合発電（IGCC）が検討されているが、この方法では、重質油の全量をガス化するものであり、そのため

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、灯油、軽油等に比べて価格の安い重質油を利用して、発電用燃料を製造し、得られた燃料を使用して高効率の発電を行うことであり、燃料のエネルギーを有効に利用することであり、さらに、環境への悪影響が少なく、設備費の安い方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、重質油を利用した発電について鋭意検討した結果、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解することにより、ガス分及び／又は液体分のような沸点の低い軽質分と沸点の高い残分とに適切に分離することにより、軽質分の性質、品質、発生量及び熱量がガスタービンの燃料用に適するものであり、残分の性質、発生量及び熱量がスチームタービンの燃料用に適するものであることを見出し、それぞれの量が、特にガスタービン発電とスチームタービン発電を結び付けたコンバインド・サイクル発電に適するものであることを見出し本発明を完成するに至った。

【0008】即ち、本発明の第1は、重質油を水と混合して、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分単独又は該軽質分とガスタービン向燃料との混合物をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電し、該残分単独又は該残分とボイラ専焼燃料の混合物をボイラに供給して燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動して発電するコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、安価な重質油からガスタービン用燃料とボイラ用燃料を得てコンバインド・サイクル発電を行うことが可能であり、重質油を単にボイラに供給して燃焼する場合に比べて発電効率を著しく向上させることができるし、他のガスタービン向燃料とボイラ専焼燃料も追加して利用することができる。本発明の第2は、水がボイラから発生する超臨界域又は超臨界域近傍の水である本発明の第1に記載のコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、ボイラからの超臨界域又は超臨界域近傍の水を利用できるので、新たに超臨界域又は超臨界域近傍の水を発生させる設備が不要である。本発明の第3は、軽質分と残分の比率が、熱量比率で20～60%対

80～40%である本発明の第1又は2のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、ガスタービン用燃料とボイラ用燃料が適切な比率で得られ、燃料を有効に利用してコンバインド・サイクル発電を行うことができる。本発明の第4は、軽質分が、ナトリウム及びカリウム分の合計で0.5重量ppm以下、バナジウム分0.5重量ppm以下である本発明の第1～3のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、金属製ガスタービンのタービンブレード等の腐食が抑えられる。本発明の第5は、ガスタービン排ガスをボイラに供給して再燃する本発明の1～4のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、ボイラにおける残分燃焼時に、ガスタービン排ガス中の保有熱量と残存酸素が有効利用されるので、発電効率を約46%に高めることができる。本発明の第6は、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収する本発明の第1～4のいずれかに記載のコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、ガスタービン排ガスの保有熱量を有効に利用することができる。本発明の第7は、排熱回収ボイラ排出ガスをボイラに供給する本発明の第6に記載のコンバインド・サイクル発電方法に関するものである。これにより、ボイラにおける残分燃焼時に、排熱回収ボイラ排出ガスの残りの保有熱量と残存酸素とが有効利用される。本発明の第8は、反応分解手段、ガスタービン、ガスタービン用発電機、ボイラ、スチームタービン及びスチームタービン用発電機からなり、反応分解手段により水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分単独又は該軽質分とガスタービン向燃料との混合物をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動してガスタービン用発電機により発電し、該残分単独又は該残分とボイラ専焼燃料の混合物をボイラに供給して、残分を燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動してスチームタービン用発電機により発電するコンバインド・サイクル発電装置に関するものである。本発明の第9は、ガスタービン排ガスをボイラに供給して再燃する本発明の第8に記載のコンバインド・サイクル発電装置に関するものである。本発明の第10は、さらに排熱回収ボイラからなり、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収する本発明の第8に記載のコンバインド・サイクル発電装置に関するものである。

【0009】本発明をさらに広く示すと以下のような。すなわち本発明は、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービン用燃料とする発電用燃料の製造方法、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並び

に残分に分離し、該残分をボイラ用燃料とする発電用燃料の製造方法、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービン用燃料とし、残分をボイラ用燃料とする発電用燃料の製造方法を示すものであり、重質油が、原油、A重油、B重油、C重油、常圧残渣油、減圧残渣油、シェールオイル、タールサンド、オリノコ超重質油、オリマルジョン、アスマルジョン、ピチューメン又はこれらの混合物であり、軽質分と残分の比率が、熱量比率で20~60%対80~40%である発電用燃料の製造方法を示すものである。

【0010】また、本発明は、軽質分が、ナトリウム及びカリウム分の合計で0.5重量ppm以下、バナジウム分0.5重量ppm以下である発電用燃料を示すものである。

【0011】さらに、本発明は、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解処理し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電する発電方法、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、該残分をボイラに供給して、残分を燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動して発電する発電方法、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電し、残分をボイラに供給して燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動して発電する発電方法を示すものである。

【0012】さらにまた、本発明は、ガスタービン排ガスをボイラに供給して再燃する発電方法、ガスタービン排ガスをボイラに供給して、空気を供給して前記残分を燃焼させる発電方法、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電し、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収する発電方法、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動して発電し、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収し、残分をボイラに供給して燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動して発電する発電方法、排熱回収ボイラ排出ガスをボイラに供給する発電方法を示すものである。

【0013】さらに、本発明は、反応分解手段、ガスタービン、ガスタービン用発電機からなり、反応分解手段

により水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動してガスタービン用発電機により発電する発電装置、反応分解手段、ボイラ、スチームタービン及びスチームタービン用発電機からなり、反応分解手段により水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、該残分をボイラに供給して燃焼し、燃焼により発生したスチームによりスチームタービンを駆動してスチームタービン用発電機により発電する発電装置、反応分解手段、ガスタービン、ガスタービン用発電機、ボイラ、スチームタービン及びスチームタービン用発電機からなり、反応分解手段により水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動してガスタービン用発電機により発電し、残分をボイラに供給して、残分を燃焼し、発生したスチームによりスチームタービンを駆動してスチームタービン用発電機により発電する発電装置を示すものである。

【0014】本発明は、また、ガスタービン排ガスをボイラに供給して再燃する発電装置、ガスタービン排ガスをボイラに供給して、空気を供給して燃焼させる発電装置、反応分解手段、ガスタービン、ガスタービン用発電機、排熱回収ボイラからなり、反応分解手段により水の超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解し、蒸留して、軽質分並びに残分に分離し、該軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、燃焼により発生した駆動用燃焼ガスによりガスタービンを駆動してガスタービン用発電機により発電し、ガスタービン排ガスを排熱回収ボイラに供給して熱回収する発電装置を示すものである。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明で原料として用いられる重質油とは従来の重質油、超重質油及びピチューメン（サンドオイル）を含む。従来の重質油としては、原油、A重油、B重油、C重油、常圧残渣油、減圧残渣油、シェールオイル、タールサンド、その他の重質油が挙げられる。超重質油としては、比重が1.0以上（60/60°F）で粘度が10000cp（油層温度下）以下のものであり、オリノコ超重質油、その水エマルジョンであるオリマルジョン、あるいはアスファルト質の水エマルジョンであるアスマルジョン等が挙げられる。ピチューメンとしては、比重が1.0以上（60/60°F）で粘度が10000cp（油層温度下）以上のものであり、アサバスカピチューメン、コールドレークピチューメン等が挙げられる。これらの重質油は、必要であれば、反応分解を行う前に、水洗、アルカリ洗、酸洗、溶

媒洗、吸着、交換、バイオ処理等によりナトリウム、カリウム、カルシウム等の塩分、その他の不純物の含有率を低下させておくことができる。本発明でガスタービン向燃料とは、ガスタービンに使用できる燃料であり、可燃性の気体、可燃性の軽質液体（常圧沸点が500℃（約900°F）以下の液体）をいい、具体的には、メタン、エタン、エチレン、プロパン、プロペン、ブタン類、ブテン類、ヘキサン類、ヘプタン類、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、LNG、LPG、ナフサ、ガソリン、灯油、軽油、常圧沸点500℃以下の重質油分解成分、天然ガス、炭層メタン、ランドフィルガス、高炉ガス、コークス炉ガス、転炉ガス、水素及び／又は一酸化炭素を含む各種プラント副生ガス、石炭又は重質油等のガス化ガス、石炭乾留ガス、石炭水性ガス化ガス、石炭部分燃焼ガス、重質油熱分解軽質油又はガス、重質油酸化分解軽質油又はガス、超重質油熱分解軽質油又はガス、超重質油酸化分解軽質油又はガス、発酵ガス、及びこれらの混合物等が挙げられる。水素及び／又は一酸化炭素を含む各種プラント副生ガスとしては、例えば、炭化水素を酸化して得られる水素、又は、水素と一酸化炭素の混合ガス等の化学プラントからのガスが挙げられる。本発明でボイラ専焼燃料とは、ガスタービンに使用できず、ボイラに使用できる燃料のことであり、可燃性の固体、可燃性の重質液体をいい、具体的には、石炭、チャー、コークス、重油（A重油、B重油、C重油）、残渣油（常圧残渣油、減圧残渣油）、ピッチ、ピチューメン、石油コークス、カーボン、タールサンド、タールサンドから得られるサンドオイル、オイルシェール、オイルシェールから得られるシェールオイル、オリノコタール、オリノコタールの水懸濁物であるオリマルジョン、アスファルト、アスファルトの水懸濁物であるアスマルジョン、石炭-油混合物（COM）、石炭-水混合物（CWM）、石炭-メタノールスラリー、木、草、油脂、搾油滓等の天然物由来マス、廃プラスチック、可燃ゴミ、及びこれらの混合物等が挙げられる。

【0016】本発明では、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解処理するものである。水が超臨界域の媒体となるためには、臨界温度374℃以上、圧力が臨界圧力22.1MPaであることが必要であり、臨界域近傍の媒体となるためには、圧力が臨界圧力の0.8倍以上、温度が300℃以上であることが必要であり、反応温度及び圧力は重質油の種類や量、反応時間、その他の条件によって、適宜、変更される。

【0017】重質油が分解するための反応時間は反応温度及び圧力に依存するが、0.5分～10分、好ましくは5分以下である。あまり反応時間を長くすると、処理量が少なくなったり、ガス分が多く発生したり、カーボンが発生して好ましくない。

【0018】分解反応に使用する水の添加量は、重質油との重量比率（水/重質油）で決定することができ、これが3より大きいと経済的に不利であり、逆に0.1より小さいと未分解物や高粘度の分解物が生じるので好ましくなく、0.2～3、好ましくは0.2～2.0の範囲である。

【0019】重質油を分解する反応分解手段の反応器としては、管型、塔型、槽型、多段槽型の種々のものを使用することができる。反応操作は連続式又は、半回分式、あるいは槽型切換えのような準連続回分式で行うことができる。反応器として、管型の連続反応器を用いることにより、反応の高速化、大量処理、小型化を図ることができる。管型の連続反応器は、水が超臨界又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解するため、この条件の耐えることができる材料及び肉厚の管を使用する。この反応管としては直線状であってもよく、コイル状に巻いたり、U字形に折り曲げたりした構造であってもよい。

【0020】重質油を分解する反応器の材質としては、炭素鋼、Ni、Cr、V、Mo等の特殊鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、ハステロイ、チタン、又はこれらにガラス、セラミックス、カーボン等をライニング処理したもので、他の金属をクラッドしたもの等を使用することができる。

【0021】重質油を水と混合して、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で重質油を分解するには、ボイラから発生する超臨界域又は超臨界域近傍の水を利用することができるし、あるいは、外部から加熱手段によって反応器を加熱する方法によってもよい。なお、本発明ではボイラ及び廃熱（排熱）回収ボイラなる用語が使用されるが、単にボイラというときにはボイラ燃料を燃焼させるボイラ・スチームタービンシステムのボイラを示す。他のボイラの場合には名前を付して区別する。反応器を加熱するための加熱手段としては、電気ヒーター、バーナー、燃焼ガス、蒸気、熱媒体が挙げられる。加熱手段としては、重質油からの分解生成物であるガスや油分を燃料として使用できるように、バーナーを使用した加熱炉により燃焼ガスを使用して加熱する方法が好ましい。

【0022】コンバインド・サイクル発電において、ガスタービン用熱量対ボイラ用熱量の比率は20～60%対80～40%、フル稼働時では好ましくは30～45%対65～60%、さらに好ましくは35～40%対65～60%である。このために、重質油の分解は、コンバインド・サイクル発電に使用する場合には、軽質分対残分の燃料として使用できる比率が上記範囲になるように行われる。この際に、軽質分の一部を残分に加えてボイラ用燃料とする場合も本発明に含まれる。また、本発明で製造された軽質分対残分をコンバインド・サイクル発電に使用するほかに、その一部を外部の他の燃料、合

成原料等に使用することも本発明の基本的考えに含まれるものである。また、本発明で製造された軽質分対残分をコンバインド・サイクル発電に使用する場合に、発電時に使用する上記燃料の不足分を外部から供給することも本発明に含まれる。

【0023】本発明において、軽質分とは大気圧下における沸点が約500℃(900°F)以下の気体又は液体の成分であり、従って、軽質分はガス分及び／又は液体分である。本発明において、残分とは重質油を分解して生じた成分から、上記軽質分を分離した後の残りのものである。本発明において、重質油を水と混合して、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる条件で分解して生じた分解生成物(反応マス)は、ガス成分と液成分であり、水が臨界状態とならない領域まで減圧及び／又は冷却して分離器内で静置することにより、液成分は水分と油分に分離される。従って、分離器の頂部からガス成分が得られ、底部から水分が分離され、中間部から油分が分離される。

【0024】油分は軽質分、未分解の重質油及び分解途中の高沸点成分を含む。油分から軽質分を分離するための分離手段としては、蒸留、抽出、デカンテーションが挙げられる。蒸留では、油分が蒸留塔に供給され、減圧、常圧、又は加圧で蒸留され、各種沸点のガス又は液体成分に分離される。抽出では、重質油を分解して生じた成分が、溶媒により粘度の高い成分又はコークス化した固体分から分離される。デカンテーションでは、重質油を分解して生じた成分が、傾瀉により重い成分又はコークス化した固体分から分離される。

【0025】軽質分はそのままガスタービンの燃料として使用することもできるが、冷却して非凝縮性のガス成分と凝縮した液成分に分離したものを使用することができる。

【0026】軽質分の脱塵方法として、サイクロン、フィルターを使用し、脱硫方法として、乾式脱硫装置を使用すれば、留出物又はガスを高温、高圧の状態でガスタービン燃焼室に供給することができる。

【0027】液成分は油分と水分であり、水分を分離して油分のみをガスタービン燃料として利用する。水分にはナトリウム、カリウム分等の無機物が濃縮されるので、金属製ガスタービンを使用する場合にはできるだけ水分を除いて使用することが好ましい。分離された水分は、アルコールやカルボン酸、タール酸等も含むのでボイラの燃料に混入することができる。また、液成分、水分もしくは油分はストレーナー、フィルター等により固体分を除去して使用することができる。

【0028】油分は、主として、ナフサ、ガソリン等の沸点の低い成分、灯油、軽油等の沸点の中程度の成分及び未分解の重質油及び分解途中の高沸点成分等である。油分は、原料重質油の種類、分解条件によってはそのままガスタービン燃料として使用することもできるが、好

ましくは、蒸留等により軽質分を未分解の重質油及び分解途中の高沸点成分等の残分と分離してガスタービン燃料に使用される。残分にはナトリウム、カリウム、カルシウム等の塩分、鉛、バナジウム分等の無機物が濃縮されるので、蒸留精製すれば好ましいガスタービン用燃料が得られる。

【0029】ガスタービン用燃料中の不純物含有率は、例えば、ナトリウム及びカリウム分の合計で0.5重量ppm以下及びバナジウム分0.5重量ppm以下であり、カルシウム分も硬い析出物を生じるので0.5重量ppm以下が好ましく、鉛分は腐食を生じさらに腐食防止のためのマグネシウム添加物の効果を低下させるために0.5重量ppm以下であることが好ましい。

【0030】重質油の分解では、残分は原料の種類、分解の程度、処理条件によっては、液状、タール状、ピッチ状で得られるが、ボイラの形式により使い分けができる。

【0031】以下、本発明のコンバインド・サイクル発電方法及びその装置を図1によって説明する。図では主要部のみ示し、ポンプ、熱交換器、サイクロン、ストレーナー、フィルター、貯槽、搬送手段、加熱用ガス発生設備等の装置及び付属装置や排煙脱硝、脱硫等の付帯設備は省略した。

【0032】図1において、重質油1は加熱器2内で加熱された後、ポンプ等の加圧器3によって加圧されて混合器4内に導入される。水5は、加圧器6で加圧された後、加熱器7で加熱されて混合器4に導入される。混合器4では、重質油1と水5とが攪拌、混合されて混合物8が反応器9に連続的に供給される。反応器9は加熱手段10を有する加熱炉11内で所定の温度に加熱され、混合物8内の水は超臨界域又は超臨界域近傍の水媒体となり、重質油が分解されて反応生成物12を生じる。

【0033】この反応生成物12はフラッシュバルブ13を経て分離器14に供給されてガス成分15と、液成分とに分離される。ガス成分15は、分離器14の頂部から抜き出され、必要によりガス圧縮機17で圧縮された後、ガスタービンの燃焼室20に供給される。フラッシュバルブ13によりガス圧を調節して、ガス成分圧縮機17を不要にすることもできる。ガスタービンは、ガスタービン本体18、空気圧縮機19及び燃焼室20によって構成される。

【0034】分離器14では、さらに液成分が比重差によって油分16と水分38とに分離される。水分38は分離器14の底部から取り出されて、混合器4にリサイクルして重質油との混合に使用することができる。水分の一部は必要に応じて系外に抜き出すことができる。油分16は、好ましくは、蒸留塔32に供給され、蒸留によって留出油分33と、残分35とに分離される。蒸留は常圧、加圧又は減圧のいずれの操作でもよいし、単蒸留で残分と分離するのみでもよいし、必要な蒸留段数を

設けて精留を行うこともできる。留出油分33は蒸留塔32の頂部から抜き出され、ガスタービンの燃焼室20に供給される。なお、本発明では、蒸留処理することによりガスタービンを使用した場合に、塩分、バナジウム分等による腐食が防止され、ガスタービンの寿命を長くすることができる。

【0035】ガスタービンの燃焼室20では、分離器14からのガス成分15及び蒸留塔32からの留出油分33が圧縮空気（酸素富化空気でもよい）21と混合されて、燃焼され、高温高圧の駆動用燃焼ガス22が発生する。この駆動用燃焼ガス22によりガスタービンを駆動し、ガスタービンの出力軸に取り付けられたガスタービン用発電機23によって発電する。ガスタービンから排出されたガスタービン排ガス24は、ボイラ25に供給される。

【0036】本発明では、前記ガス成分15及び留出油分33が軽質分をなす。ガスタービンでは、ガス成分15と留出油分33（使用可能な場合には油分16）を混合して燃焼させても、ガス成分専焼ガスタービン、液成分専焼ガスタービンを別々に設けて、別々に燃焼させてもよい。

【0037】一方、残分35はボイラ25に供給されて、空気36を供給して燃焼され、スチーム26を発生する。スチーム26はスチームタービン27に供給され、スチームタービン27の出力軸に取り付けられたスチームタービン用発電機28により発電する。スチームタービン27には復水器30が設けられ、負圧の状態でスチームを凝縮させ、スチームタービン排気29を復水させて、メイクアップ水と共にボイラ給水31としてボイラ25へリサイクルする。

【0038】上記において、ガスタービンから排出された高温のガスタービン排ガス24は、ボイラ25に供給されるが、このガスタービン排ガス24に酸素を10～15容量%残し、この酸素により、残分35をボイラ25で燃焼させる方法（即ち排気再燃方法）は、ボイラ25に対して新たに空気36（通常大気温度）を送り込む必要がなく且つ高温（例えば450～700℃）であるために、コンバインド・サイクル発電の熱効率を高めることができるし、排ガス処理も経済的になるので好ましい。もちろん、残分35を燃焼させるためにボイラにガスタービン排ガス24の他に空気を加えることもできる。

【0039】ガスタービン排ガス24は、他の排熱回収ボイラに供給してスチーム発生等により熱回収してもよいし、排熱回収ボイラ排出ガスをボイラに供給して、排出ガス中の残余の熱と、10～15容量%の残存酸素により、残分35をボイラ25で燃焼させる方法（即ち排気再燃方法）により処理することもできる。

【0040】本発明では、得られる燃料はコンバインド・サイクル発電で使用されて最も効果があるものである

から、本発明による重質油の熱分解処理は発電設備に併設して設けられて行われることが好ましく、また、石油精製工場、重質油採掘場所で行うこともできる。

【0041】

05 【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0042】（実施例1）図1の装置を使用して、下記の重質油1000kg/hrと水300kg/hrとを混合した後、反応器に供給し、圧力30MPa、温度500℃の条件下で2分間反応させて分解し、ガス成分と油分と水分に分離して、油分を蒸留塔に供給し、留出油分と残分を得る。

原料重質油：イランライト（Iranian Light）減圧残渣油

15 比重：1.01（15/4℃）

粘度：100,000cSt（50℃）

硫黄分：3.6重量%

残分

生成量：600kg/hr

20 比重：1.03（15/4℃）

粘度：50,000cSt（50℃）

硫黄分：4.5重量%

350℃以上高沸点分含有率：20重量%

発熱量：9300kcal/kg

25 軽質分：ガス成分及び留出油分

ガス成分

生成量：20kg/hr

発熱量：11000kcal/Nm³

留出油分（ガソリン、灯油及び軽油）

30 生成量：380kg/hr

発熱量：9700kcal/kg

軽質分はガスタービン用燃料とし、残分はボイラ用燃料とする。図2は、この実施例で得られた分解物をガスクロマトグラフィによって測定して、炭素数に対する重量

割合をプロットした結果である。軽質分中のナトリウム及びカリウム分の合計は0.5重量ppm以下であり、バナジウム分は0.5重量ppm以下である。

【0043】（実施例2）実施例1で得られた軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、残分はスチームタービン用ボイラに供給する。ガスタービン排ガスは、580℃であり、排熱回収ボイラにより熱を回収する。

【0044】（実施例3）実施例1で得られた軽質分をガスタービンに供給して燃焼し、ガスタービン排ガスはスチームタービン用ボイラに供給する。ガスタービン排ガスは、580℃であり、酸素を13容量%含んでいる。このガスにより残分を燃焼する。この結果、コンバインド・サイクル発電の熱効率は46%（送電端）に達する。

【0045】（実施例4）図1に示す装置を使用して、下記のピチューメン1000kg/hrを、コイルヒー

ターにより加熱し、流動状態にした後、水300kg/hを混合する。そして、この混合物を反応器に供給して、圧力30MPa、温度500℃の条件下で反応させ、分離器によりガス成分、油分、水分に分離した後、油分を蒸留塔に供給して留出油分と残分とに分離する。蒸留塔の底部から抜き出された残分は、さらにヒーター室に供給して空気を吹き込んで燃焼により加熱し、加熱されたコークスをヒーター室の底部から蒸留塔に循環する。ヒーター室の中間部からはコークスの一部を抜き出す。

原料ドライタール：グレートカナディアンオイルサンド
ビチューメン (Great Canadian Oil Sand Bitumen)

ラムスボトム残留炭素：11重量%

比重：1.016 (20/4℃)

粘度：11,000cSt (38℃)

バナジウム分：140重量ppm

硫黄分：4.7重量%

残分

ピッチ生成量：400kg/h

硫黄分：5.3重量%

発熱量：9000kcal/kg

軽質分：ガス成分及び留出油分

ガス成分

生成量：20kg/h

発熱量：12000kcal/Nm³

留出油分 (ガソリン、灯油、軽油)

生成量：580kg/h

発熱量：9600kcal/kg

軽質分はガスタービン用燃料とし、残分はボイラ用燃料とする。軽質分中のナトリウム及びカリウム分の合計は0.5重量ppm以下であり、バナジウム分は0.5重量ppm以下である。

【0046】 (実施例5) 下記のC重油1000kg/hと、水300kg/hとを反応器に供給し、圧力30MPa、温度500℃の条件下で2分間反応させて分解する。生成物から水分を分離する。油分を蒸留塔に供給して、沸点290℃以下の留出油分と残分 (高粘度液体) を得る。

原料重質油：C重油2号

引火点：80℃

粘度：100cSt (50℃)

硫黄分：1.5重量%

発熱量：9,400kcal/kg

残分

生成量：400kg/h

硫黄分：2.0重量%

発熱量：9100kcal/kg

軽質分：留出油分

留出油分

生成量：600kg/h

比重：0.93 (15/4℃)

発熱量：9600kcal/kg

軽質分は、ガスタービン用燃料とし、残分はボイラ用燃料とする。

- 05 【0047】 (実施例6) 上記のC重油1000kg/hと、発電用のボイラーから超臨界水300kg/hとを反応器に供給し、圧力30MPa、温度500℃の条件下で2分間反応させて分解する。生成物から水分を分離した後、油分を蒸留塔に供給して、沸点290℃以下の留出油分と残分 (高粘度液体) を得る。実施例5と同様の残分と軽質分が得られ、軽質分は、ガスタービン用燃料とし、残分はボイラ用燃料とできる。超臨界水発生設備が即ち加熱装置が不要となり、設備費が安くて済む。

- 15 【0048】

【発明の効果】 重質油を原料として、水が超臨界域又は超臨界域近傍となる反応条件下で分解することにより、必要な全ての基準を満たすガスタービン用燃料及びボイラ用燃料が得られる。これらの燃料を発電に使用することにより、全量をボイラで焚いてスチームタービンで発電する場合の熱効率約38~39%に比べて、熱効率約46%で発電することができる。この熱効率は重質油ガス化発電と同程度の効率であって、技術的に容易であり、しかも設備費が安く、ガスタービンを使用しても腐食が起こらず、原料の豊富さ、経済性、既存設備の利用、熱効率が高いため排ガス量が少なく地球環境の点で極めて有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のプロセスフロー図の一例である。

- 30 【図2】 本発明のプロセスフロー図の他の例である。

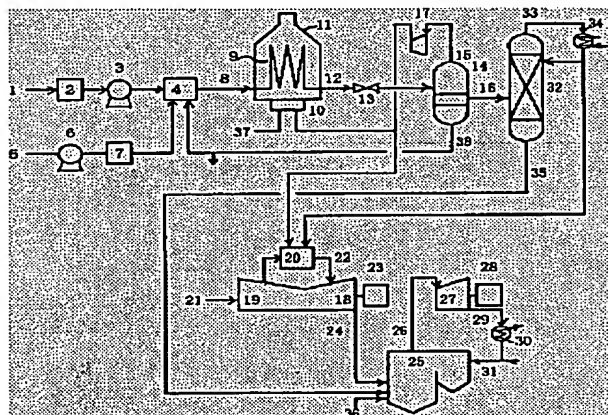
【図3】 実施例1で得られた分解物を分析した成分の分布を示す図である。

【符号の説明】

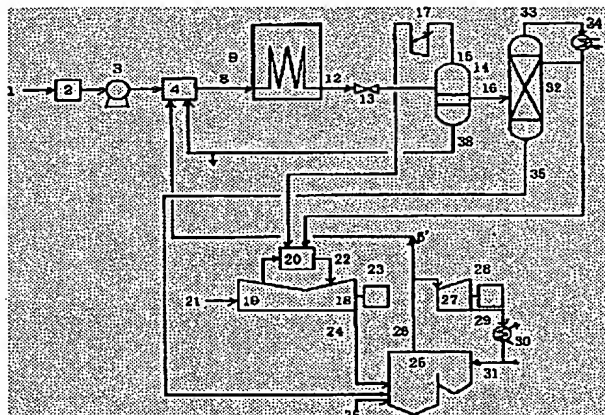
- 1 重質油
2 加熱器
3 加圧器
4 混合器
5 水
5' 超臨界域又は超臨界域近傍の水
40 6 加圧器
7 加熱器
8 混合物
9 反応器
10 加熱手段
45 11 加熱炉
12 反応生成物
13 フラッシュバルブ
14 分離器
15 ガス成分
50 16 油分

- | | | | |
|----|------------|-------|--------------|
| 17 | ガス圧縮機 | 28 | スチームタービン用発電機 |
| 18 | ガスタービン本体 | 29 | スチームタービン排気 |
| 19 | 空気圧縮機 | 30 | 復水器 |
| 20 | 燃焼室 | 31 | ボイラ給水 |
| 21 | 圧縮空気 | 05 32 | 蒸留塔 |
| 22 | 駆動用燃焼ガス | 33 | 留出油分 |
| 23 | ガスタービン用発電機 | 34 | 熱交換器 |
| 24 | ガスタービン用排ガス | 35 | 残分 |
| 25 | ボイラ | 36 | 空気 |
| 26 | スチーム | 10 37 | 空気 |
| 27 | スチームタービン | 38 | 水分 |

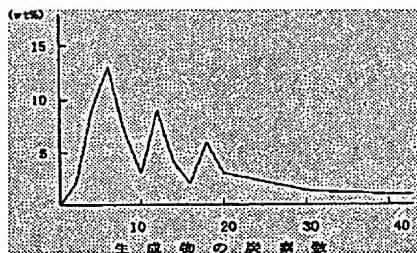
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 牧原 洋
 広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
 三菱重工業株式会社広島研究所内

45